



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

62.
2es.

FACULTAD DE CIENCIAS

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DEL ZOOPLANCTON
EN ALGUNAS ZONAS DE PESCA ADYACENTES AL
LITORAL DE MICHOACAN, EN UN CICLO ANUAL
(1983 - 1984).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

ELBA GIRON BOTELLO



México, D. F.

Agosto 1995.

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a la Dra. Martha Signoret Poillon la valiosa orientación y dirección otorgadas durante la realización del presente estudio.

De igual forma doy las gracias a cada uno de los integrantes del jurado; Dr Samuel Gómez Aguirre, M. en C. Alfonso Esquivel Herrera, Dra. Gabriela Gaxiola Cortés y al Dr. Carlos Rosas Vazquez, por sus valiosas observaciones.

Asimismo, quiero extender mi agradecimiento a cada uno de los integrantes del laboratorio Aleph, de la UAM Xochimilco, por su inapreciable apoyo en la elaboración de este trabajo.

De manera especial, le agradezco a mi tío Sergio Botello y a mi madre Elba Botello, su valiosa ayuda para realizar la conclusión de este estudio.

Por último quiero agradecer muy sinceramente a todos mis amigos de Caleta de Campos, por compartir conmigo su casa, su comida y lo mas valioso, su sabiduría.

INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVO	3
ANTECEDENTES	3
AREA DE ESTUDIO	4
MATERIAL Y METODO	7
RESULTADOS Y DISCUSION	12
ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION	
DEL ZOOPLANCTON	13
BIOMASA	15
RELACION ENTRE LOS FACTORES	
BIOTICOS Y ABIOTICOS	19
DISCUSION Y CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFIA	30
ILUSTRACIONES	35

TABLAS.

- TABLA I** Datos hidrológicos de una porción litoral de Michoacán (1983-1984).
- TABLA II** Abundancia y biomasa del zooplancton de una porción litoral de Michoacán (1983-1984).
- TABLA III** Abundancia de cada grupo taxonómico y de larvas en No. de organismos 10m^3 y valor porcentual de una porción litoral de Michoacán (1983-1984).
- TABLA IV** Valores de correlación de los parámetros fisicoquímicos (temperatura del agua, transparencia, salinidad y oxígeno disuelto), con los datos obtenidos de la biomasa (peso húmedo y peso seco) y densidad total, por grupo taxonómico y de larvas.
- TABLA V** Datos consultados en el Servicio Meteorológico Nacional, sobre la dirección e intensidad del viento y visibilidad en cada uno de los días de muestreo registrados en la Estación Meteorológica de la Ciudad de Lázaro Cárdenas, Mich.

FIGURAS.

- Figura 1.** Area de estudio y localización de estaciones de muestreo.
- Figura 2.** Densidad zoopláctica en una porción del litoral de Michoacán 1983-1984).
- Figura 3.** Componentes principales con las variables abióticas y del zooplancton.
- Figura 4.** Diagramas de caja múltiples de la variación de la densidad total zoopláctica (A), el peso húmedo (B) y el peso seco (C) en las cuatro estaciones de muestreo.
- Figura 5.** Diagramas de caja múltiples de la variación de la densidad zoopláctica (A), el peso húmedo (B) y el peso seco (C), excluyendo en las cuatro estaciones de muestreo los datos del mes de febrero.

RESUMEN

EL presente estudio se realizó en una porción del litoral del estado de Michoacán; se seleccionaron cuatro puntos de muestreo, con diferente capacidad de explotación pesquera.

La finalidad de esta selección fué la de comparar la composición, abundancia y distribución zoopláncticas en las áreas sometidas a explotación pesquera respecto a la zona donde no hay pesca, y por otra parte, conocer la relación entre la composición del zooplancton y las variables abióticas registradas.

Se realizaron muestreos mensuales durante un ciclo anual (de noviembre de 1983 a julio de 1984). En el estudio se registraron la temperatura del agua, la transparencia, la salinidad y el oxígeno disuelto; en cuanto al zooplancton se estimó su abundancia total, biomasa y composición cualitativa.

Se encontraron diferencias en la composición del zooplancton de las tres estaciones con explotación pesquera respecto a la estación sin pesca. Esta desigualdad se observó en el mes de febrero en particular por la gran abundancia que presentó el grupo de los thaliáceos, en las tres estaciones mencionadas; asimismo se registró una marcada abundancia de los copépodos en las cuatro estaciones.

Con base en las observaciones y con el apoyo de los datos meteorológicos, batimétricos y fisicoquímicos se infiere que en el área de estudio ocurrió primero un fenómeno de surgencia, el cual abarcó toda el área de estudio promoviendo el desarrollo masivo del zooplancton; posteriormente, en el área de pesca, sucedieron movimientos convergentes a menor escala espacial que concentraron al zooplancton, coincidiendo organismos de diferente nivel trófico, con consecuencias pesqueras importantes.

El efecto de las variables abióticas no se reflejó significativamente en la comunidad zooplánctica.

INTRODUCCION.

La sucesión de especies, sus patrones de distribución y las variaciones en las comunidades pláncnicas están influenciadas por múltiples factores ambientales. Dunson et. al. (1991) indican que existen pocos estudios ecológicos cuyo objetivo haya sido demostrar, de manera integral, el papel que juegan los factores bióticos y abióticos en las interacciones de las especies de una comunidad, llegando a la conclusión de que las variables abióticas no son necesariamente más importantes que las variables bióticas.

En este mismo orden de ideas, algunas especies pueden reflejar, en su distribución, las condiciones meteorológicas y biológicas sucedidas con antelación, así como las condiciones ambientales del momento, motivo por el cual el monitoreo general de las especies pláncnicas es útil para el conocimiento de algunas condiciones del ambiente (Omori e Ikeda, 1984).

Goswami et. al. (1992) indican que el estudio del zooplancton, en las cadenas alimentarias marinas, necesita ser abordado tomando en cuenta su doble papel: como consumidor del fitoplancton y como conductor de energía a los subsiguientes niveles tróficos.

Para llegar a comprender los procesos biológicos que se presentan en una zona costera es necesario conocer la oceanografía física del sistema. Como esquema general tenemos que los nutrimentos están concentrados en aguas profundas y los productores primarios se encuentran cerca de la superficie. Los mecanismos de transporte de nutrimentos desde el fondo hasta la superficie son los factores de control de la

producción primaria y secundaria en muchas regiones costeras.

Las tres principales fuerzas que logran este transporte son los vientos, las corrientes y el aporte de agua continental (Mann, 1982). Asimismo, existen fenómenos hidrodinámicos importantes cuya influencia es determinante en la fertilización biológica de ciertos ecosistemas; uno de ellos es la circulación de Ekman, la cual origina movimientos divergentes de las masas de agua cuya dirección depende directamente de la dirección del viento y del efecto de Coriolis, produciendo finalmente el fenómeno de surgencia (Pickard y Emery 1990).

Por otro lado ciertos procesos físicos, producen el encuentro de masas de agua, lo que genera la formación de un frente con consecuencias biológicas diversas. Un sistema frontal indica la ocurrencia de movimientos convergentes y generalmente produce zonas alternas de afloramiento y hundimiento de agua. En un frente, causado por movimientos convergentes, se produce la acumulación de plancton en la superficie, atrayendo a peces, aves y hasta mamíferos marinos que llegan a alimentarse. Owen (1981) menciona que autores como Dunson y Ehlert (1971), sugieren que un frente "crea" una comunidad. Así, tanto zonas de convergencia como de divergencia proporcionan grandes cantidades de alimento para peces y por lo tanto son probables áreas de pesca. Desde cualquier punto de vista, es clara la importancia de la dinámica de las masas de agua y su papel determinante para los procesos de captación y transferencia de energía realizados por el zooplancton.

Hasta cierto punto el éxito o fracaso de las pesquerías, particularmente de la pesquería pelágica, depende de la disponibilidad y calidad del plancton. A zonas con gran cantidad de peces corresponden zonas con alta producción de plancton (Nair, 1977).

OBJETIVO.

Determinar la composición, abundancia y distribución del zooplancton en áreas sometidas a la explotación pesquera y su relación con algunas variables ambientales en el tiempo y en el espacio.

ANTECEDENTES.

El plancton del área adyacente a Caleta de Campos ha sido escasamente estudiado. Uno de los estudios es el de Gómez-Aguirre, quién realizó una revisión del fitoplancton marino, en 1972.

En 1979, se llevó a cabo la primera de una serie de Biologías de Campo de la carrera de Biología (UNAM) y titulada "Algunos aspectos ecológicos de la lapa *Patella mexicana* Brod y Sow 1929 en Caleta de Campos, Mich." lo cual abrió la posibilidad para que se realizaran algunos estudios que aportaran información sobre el plancton del lugar, tales como:

El plancton e hidrología en el área adyacente a Caleta de Campos, Mich. (1979-1980).

La productividad primaria en las aguas costeras de Caleta de Campos, Mich. (1980-1981).

La variación estacional plánctica en Caleta de Campos, Mich. (1981-1982).

También, dentro de los temas de las biología de campo, se han realizado estudios sobre otros campos de la biología marina; por ejemplo en aspectos bénticos, sobre el ostión de roca en la zona de Huahua y en Caleta de Campos y de aspectos

generales del bentos y la langosta *Panulirus sp.* En cuanto al necton, destaca el estudio para la protección de las tortugas marinas, realizado hasta la fecha; en lo que se refiere a peces, sobresalen la tesis de licenciatura de A. Ruíz (1983), titulada, "Contribución al conocimiento de los peces marinos de importancia comercial en Bahía Bufadero, Michoacán, México." , el trabajo de pesquerías en 1984-1985, titulado "Evaluación de algunos parámetros poblacionales del huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) en el estado de Michoacán"; la tesis de maestría de J. Madrid (1990), titulada "Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial" y más recientemente, las tesis de licenciatura de H. Aguirre (1991), "Ecología de peces de las comunidades de intermarea del litoral de Caleta de Campos, Mich.", de M. Flores (1992), "Crecimiento y parámetros poblacionales del pargo coconaco *Hoplopagrus guntheri*, Gill, 1862 (Pisces:Lutjanidae)." la de G. Ocampo (1992), "Edad y crecimiento del pargo coyotillo *Lutjanus argentiventris* en la costa de Michoacán." y por último el estudio de Biología de Campo "Ecología de comunidades de peces del litoral Pacífico del estado de Michoacán" para el periodo de 1990-1992.

AREA DE ESTUDIO.

El litoral de Michoacán tiene una extensión de 213 km; está comprendido entre dos grandes ríos, el Balsas, al sureste y el Coahuayana, al suroeste; presenta playas bajas y costa escarpada (Anónimo, 1937).

En la cercanía de la zona de estudio, el escalonamiento característico de la serranía desciende hasta las desembocaduras de los ríos Chuquiapa y Nexpa, lo cual trae como consecuencia la formación de una gran cantidad de

ensenadas entre los acantilados que llegan a alcanzar alturas considerables (Anónimo, 1937).

En cuanto a la batimetría, la isobata de los 50 m se encuentra a una distancia aproximada de 3.5 km de la línea de costa, la de 100 m está entre los 7 y 10 km de la costa y la isobata de los 1000 m varía entre los 22 y 30 km de la costa. Es conveniente mencionar que en la zona oceánica comprendida entre los ríos Zacatosa y Salado ocurre un hundimiento muy brusco después de la isobata de los 50 m de profundidad, que alcanza los 324 m de profundidad (Carta Náutica No. 500, Sec. Mar, 1980) (Fig. 1)

Las características sedimentológicas del fondo marino de esta zona se distinguen por presentar, en las proximidades a la costa, arena compuesta por terrígeno proximal. Entre las isobatas de 50 y 100 m, las características texturales cambian a arena y lodo; el color del lodo varía entre café, negro y verde y su composición es de terrígeno distal. Hacia la isobata de los 1000 m encontramos sedimentos con textura de arena y lodo, compuesta de sedimento calcáreo (Aguayo-Camargo y Carranza-Edwards, 1990).

La costa pertenece al Terciario Continental y al Superior Clástico; la zona rocosa presenta rocas clásticas de origen aluvial y lacustre de edad variable, del Mioceno al Reciente, dominando las rocas volcánicas erosionadas como caliza, yeso y turba; también abunda la diatomita (Anónimo, 1976).

El río más importante, por su caudal y proximidad, es el Nexpa; al que le sigue el río Mexcalhuacán. Los ríos que intervienen con aporte de agua epicontinental en el área de estudio, son el Nexpa, la Zacatosa y el Salado. Es importante mencionar que el río el Teolán, el cual también aportaba agua

al océano, se desecó a partir del año 1983, aproximadamente y desde esa fecha ya no vierte agua al mar.

Se puede decir que los arroyos son temporales ya que sólo adquieren fuerza durante la época de lluvias (Alvarez, 1977).

Caleta de Campos es el nombre de la población más cercana y que mayor influencia tiene sobre el área de estudio del presente trabajo; se encuentra ubicada al sur del estado de Michoacán entre la Sierra Madre del Sur y el Océano Pacífico.

Sus coordenadas geográficas corresponden a los 102°45' longitud oeste y 18°04' latitud norte (Fig. 1).

La ciudad más cercana a Caleta de Campos es Lázaro Cárdenas, localizada a 70 km al sur.

En esta localidad se presenta un clima cálido subhúmedo Awo (el más seco de los subhúmedos) con lluvias en verano, según la clasificación de Köpen, modificada por García (1988). La temperatura media anual es de 27 °C. La época de lluvias empieza en la segunda mitad del mes de junio y los periodos secos duran de seis a ocho meses.

La fauna existente es muy diversa y abundante tanto en tierra como en mar, en el que destacan especies del género *Lutjanus*, tiburones, langosta y robalo (Alvarez, 1977).

La actividad pesquera, por parte de los pescadores de la zona, se realiza sobre una franja de 80 km del total del litoral michoacano; sus esfuerzos están puestos en la captura de especies de alto valor comercial como el robalo, huachinango, pargo flamenco, cabrilla, sierra y algunos tiburones; por otra parte, también se pesca intensamente a la langosta, al ostión

y a la lapa (Ruiz, 1983). Actualmente, la pesquería de especies como el huachinango, la langosta y el ostión ha sufrido una baja considerable y otras, como la de la lapa, han desaparecido por completo de la zona.

Ruiz (op. cit.) en su trabajo de tesis sobre peces de importancia comercial en la zona de Caleta de Campos, indica que en la pesca de escama la primer categoría comercial representa el 18.8% del total de las especies que colecta durante un ciclo semestral de muestreo, las cuales están representadas por el robalo, la cabrilla, el mero, el pámpano, el pargo flamenco, el pargo coyotillo, la sandía, la lora y el lenguado. La segunda categoría comercial ocupa el 52% del total de especies y la tercera, el 10.4 %.

MATERIAL Y METODO.

Los muestreos se realizaron mensualmente, de noviembre de 1983 a julio de 1984; en la época de lluvias no fué posible el muestreo por causa del mal tiempo; se establecieron cuatro estaciones de muestreo distribuidas paralelamente a la costa; tres de ellas localizadas en lugares de pesca de escama; la primera se encuentra frente al río el Teolán; como ya se mencionó, este río se ha desecado y dejó de ser un sitio donde anteriormente se capturaban peces de importancia comercial, por este motivo los datos obtenidos en esta estación fueron comparados con los resultados de las estaciones en las que aún se realiza la pesca comercial; la segunda está frente al río Nexpa, la tercera y cuarta frente a los ríos Zacatosa y Salado, respectivamente (Fig 1).

En cada una de las estaciones, se registraron las siguientes variables, la profundidad, medida con una sondaleza de plomo,

la transparencia, con un disco de Secchi, la salinidad, con un refractómetro de 1 ‰ de precisión, la temperatura ambiente y del agua, con un termómetro, con precisión de 1 °C y por último, el oxígeno disuelto, calculado por el método de Winkler.

Se realizó una consulta, en el Servicio Meteorológico Nacional, sobre la intensidad y dirección del viento, visibilidad y precipitación para cada fecha de muestreo; por otra parte, se consultó la carta batimétrica No. 500 de la Secretaría de Marina (1980). Debido a que estos datos sólo tienen valor cualitativo no se incluyen en el análisis estadístico.

El muestreo biológico se llevó a cabo por medio de colectas de zooplancton, obtenidas con una red de 330 μ m de abertura de malla, en arrastres horizontales, en superficie y con una duración de 10 minutos; la preservación se hizo con una solución de formol al 4% y propileno glicol al 25%, como concentraciones finales.

En el laboratorio, se dividieron las muestras de zooplancton en dos alícuotas, con el fraccionador Folsom; una mitad sirvió para la cualificación y cuantificación de los diferentes grupos taxonómicos y de larvas del zooplancton; el conteo y la identificación se hicieron con ayuda de un microscopio estereoscópico, analizando por completo esta parte de la muestra; para la determinación de los grupos taxonómicos se consultaron las obras de los siguientes autores: Tregouboff y Rose (1978), Rose (1933), Boltovskoy (1981), principalmente.

La otra alícuota se utilizó para determinar la biomasa, por el método de filtración y secado. Cada muestra fue filtrada con un equipo de filtración Millipore, utilizando papel filtro del

No 2, previamente pesado; posteriormente se pesó en una balanza analítica para obtener el peso húmedo, después los filtros fueron secados en una estufa durante 24 horas para obtener el peso seco; este proceso se realizó una semana después de haber obtenido las muestras, siguiendo las indicaciones que aparecen en un trabajo de la Academia Nacional de Ciencias de U.S.A. (1969).

Los datos obtenidos de número de organismos, gramos de peso húmedo y gramos de peso seco fueron transformados para obtener las cantidades de abundancia y biomasa por cada $10m^3$.

Para estimar el volumen filtrado se utilizó la fórmula del volumen de un cilindro:

$$Q = V \times T \times A$$

Siendo Q la cantidad de agua filtrada por una red con área de boca A, a la velocidad V en un lapso de tiempo T.

Posteriormente con los datos obtenidos de volumen filtrado se calculó la eficiencia de filtración de la red, según Boltovskoy (1981), con la fórmula:

$$F = \frac{1}{V} \times \frac{Q}{T \times A}$$

Con la aplicación de esta fórmula se obtiene la eficiencia con que la red está filtrando el agua y es posible corregir el volumen de agua de un cilindro, obtenido directamente, multiplicando el valor obtenido de Q por F para obtener el número de organismos y la biomasa por cada $10m^3$.

Una vez obtenidos los datos se procedió a realizar el análisis estadístico.

Tomando en cuenta que el muestreo se realizó casi exclusivamente en época de secas (de noviembre de 83 a julio de 84), el primer propósito fué conocer si existía alguna variable que marcara una separación en los resultados biológicos en el tiempo y poder aplicar el análisis estadístico adecuado.

El análisis de componentes principales es una técnica de acumulación de un conjunto de datos que dá a conocer su agrupación real, generando una secuencia de vectores conocidos como componentes; el primer vector genera la componente I que explica gran parte de la variación de los datos, el segundo vector genera la componente II que explica la variación en el error residual de todos los datos y así sucesivamente (Pielou, 1984).

Por otro lado con el propósito de conocer la relación entre la estructura de la comunidad zooplánctica y las zonas donde ocurre la captura de escama, se realizó un Análisis Exploratorio de Datos (AED) de los resultados de biomasa y densidad del zooplancton. Esta estrategia se explica a continuación.

El AED contiene una serie de métodos que permite abordar, desde un enfoque diferente, la información, producto de la investigación científica. Estos métodos minimizan las suposiciones a priori, propiciando que la atención quede puesta en las características más importantes del conjunto de datos (Salgado, 1992).

En este tipo de análisis se toma como medida de dispersión a

la mediana. Es particularmente importante el hecho de tomar a la mediana como medida resistente en un conjunto de datos, ya que ésta no resulta influenciada por los valores del conjunto total de las mediciones, como ocurre en el caso de la media. Salgado (op. cit.) afirma que según Siegel (1988), el propósito del AED es el de separar e identificar todos los componentes importantes de los datos en lo que se refiere a la parte aleatoria irrelevante, como son los errores de medición, identificando así los datos extraordinarios o "anormales".

Dentro del AED hay una serie de herramientas para analizar lotes numéricos; una de ellas se conoce con el nombre de Diagrama de Caja.

Los Diagramas de Caja proporcionan una impresión visual de aspectos importantes de la distribución empírica de un lote de datos. Cuando los diagramas se dibujan, arreglados en paralelo, se obtiene un Diagrama de Caja Múltiple, el cual permite la comparación del nivel y localización, dispersión, sesgo y densidad de las colas de distribución, entre los diferentes conjuntos de datos; estas colas de distribución corresponden a los bigotes del diagrama y particularmente indican el grado de variación de los datos hacia ambos lados de la mediana (Salgado, 1992).

Para la comparación de la densidad y biomasa en peso húmedo y peso seco del zooplancton, representada por el conjunto total de los datos en las cuatro zonas de muestreo, se construyeron Diagramas de Caja Múltiple. Una vez construidos, se identificaron los datos extremos o casos extraordinarios y debido a que estos datos pudieran estar enmascarando el verdadero comportamiento del zooplancton en cada una de las zonas de muestreo, se construyó otra serie de Diagramas de Caja Múltiple excluyendo los datos identificados como extremos o

extraordinarios. El AED y la construcción de Diagramas de Caja Múltiple se realizaron por medio del paquete estadístico Statgraphics y siguiendo las recomendaciones de Salgado (1992).

Para conocer la interacción de los factores ambientales con las comunidades pláncnicas, los datos obtenidos de temperatura del agua, transparencia, salinidad y oxígeno disuelto y los de peso húmedo, peso seco, densidad total y densidad de cada grupo taxonómico y de larvas, fueron sometidos a un tipo de análisis multivariado, realizando matrices de correlación para cada una de las zonas de muestreo, según la recomendación de Omori e Ikeda, (1984). Las matrices de correlación fueron igualmente obtenidas con el paquete estadístico Statgraphics, que además calcula el nivel de significancia de cada valor de correlación, utilizando el total de datos de los parámetros fisicoquímicos y biológicos.

RESULTADOS Y DISCUSION.

La razón principal por la cual se realiza cualquier trabajo de investigación es la de obtener las respuestas a algunas preguntas, Omori e Ikeda (1984) mencionan que existen muchos factores a los cuales aún no tenemos acceso y que por lo tanto no es posible medirlos y que además hay otros que ni siquiera podemos sospechar que existan.

Para este trabajo, la primera pregunta que se planteó fué la de saber si existía alguna diferencia en la distribución y abundancia del zooplancton de las zonas donde hay pesca con aquél de la zona donde ya no se captura escama, y la segunda fué, si existió alguna relación entre la composición del zooplancton de las cuatro zonas y las variables abióticas

registradas.

Esta inquietud surgió porque en el momento de hacer el análisis de las muestras bajo el microscopio, fué posible percibir una diferencia entre el material proveniente de la zona frente al Teolán y el de las demás estaciones de muestreo; sin embargo, los factores fisicoquímicos no mostraban alguna variación evidente a la que se le pudiera atribuir esa diferencia.

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DEL ZOOPLANCTON.

En lo que se refiere a la abundancia y distribución del zooplancton en cada estación, se observa que en todas ellas existían diferentes patrones de abundancia; sin embargo en todos los sitios de muestreo, se presentó un florecimiento de zooplancton en el mes de febrero. Sin embargo, el Teolán presentó los valores más bajos de densidad (con respecto a los demás sitios), con un máximo de $2275 \text{ org} \cdot 10\text{m}^3$ en febrero y un mínimo de $303 \text{ org} \cdot 10\text{m}^3$ en noviembre. Los valores más altos de densidad se encontraron en la estación la Zacatosa, con un máximo de $8284 \text{ org} \cdot 10\text{m}^3$ en febrero y un mínimo de $440 \text{ org} \cdot 10\text{m}^3$, en el mes de diciembre. La estación del Nexpa presentó valores de $5813 \text{ org} \cdot 10\text{m}^3$ en febrero y de $127 \text{ org} \cdot 10\text{m}^3$ en abril; por último, en el Salado el valor máximo fué de $7585 \cdot 10\text{m}^3$ en febrero y el mínimo de $334 \text{ org} \cdot 10\text{m}^3$ en julio (Fig. 2 y Tabla II).

Resulta difícil comparar la abundancia del zooplancton de la zona de estudio, con la de áreas cercanas, debido a que en los trabajos únicamente se reportan densidades de un grupo u orden taxonómico del zooplancton y no en general, sin embargo, Signoret y Santollo en 1980, obtienen un mínimo de 576 ind./m^3

en el invierno y un máximo de 29 839 ind/m³ en primavera en la Bahía de la Paz. Asimismo, Turcott (1977) reporta una abundancia mínima de 2809 org/m³ y una máxima de 176 845 org/m³ en la zona de Laguna Verde, Veracruz.

En relación con estos datos, podríamos describir la zona de estudio, como un área de baja producción zooplánctica.

En cuanto al valor porcentual de los grupos taxonómicos que componen al zooplancton, tenemos que, en general, los copépodos fueron los organismos con mayor abundancia en las cuatro estaciones de muestreo y también los que presentaron una dominancia a lo largo del tiempo .

En el Teolán, el valor porcentual de los copépodos osciló entre 17.4% en marzo y 84.9% en enero; otro grupo abundante fue el de los quetognatos; el grupo de apendicularias también fué abundante y presentó valores porcentuales de 1.6%, en noviembre, a 5.4, en julio; el grupo de las larvas, en el cual se incluyen huevos y larvas de peces y larvas de invertebrados, tuvo una variación amplia a lo largo del tiempo; en enero y junio, su proporción fué del orden del 1% y en marzo representó el 71.1 % rebasando, en abundancia, al resto de los grupos.

En la estación del Nexpa, los grupos más abundantes, en orden de importancia fueron: los copépodos, los quetognatos y las apendicularias; los copépodos representaron el por ciento más alto en la mayor parte de los meses de muestreo, con un valor máximo de 76.7% en enero y un mínimo de 40.2% en noviembre; en el mes de abril no se registró la presencia de copépodos; es importante aclarar que en este mes únicamente se colectaron larvas y quetognatos, lo cual puede señalar un consumo evidente de los carnívoros sobre los herbívoros; durante este

mes, los quetognatos representaron el 61.4% del total del plancton colectado, siendo así el mayor valor porcentual que presentó este grupo, mientras que el grupo de las apendicularias fué muy variable. Por otro lado, las larvas en general, sobrepasaron en abundancia a los copépodos, en noviembre mientras que los thaliáceos, lo hicieron en febrero.

En el área de la Zacatosa y el Salado se repitió el mismo comportamiento que en la estación del Nexpa en cuanto a la variación de la abundancia de los diferentes grupos del zooplancton. Los copépodos presentaron valores que fluctuaron entre el 16% y el 82% en ambas estaciones; los quetognatos oscilaron entre 1.0% y 8.2% en la Zacatosa, y entre 1.1% y 16.9%, en el Salado. En estas estaciones, los copépodos fueron rebasados por dos grupos, al igual que en la estación del Nexpa, en noviembre por las larvas y en febrero por los thaliáceos; otros grupos como las hidromedusas, los cladóceros y las apendicularias presentaron porcentos muy bajos (Tabla III).

BIOMASA.

En los resultados de la biomasa (tanto de peso húmedo como de peso seco) se apreció una correspondencia con la abundancia del zooplancton total. En el área de estudio, los valores más altos se presentaron en febrero y los más bajos, en marzo (Tabla II). Los valores altos de biomasa, registrados en febrero, se deben probablemente a una gran concentración de zooplancton en la superficie y la diferencia en cantidad entre las estaciones se debió a que el grupo abundante en el Teolán fué el de los copépodos, en cambio en las estaciones del Nexpa, Zacatosa y Salado, los organismos más abundantes fueron los thaliáceos, integrantes del zooplancton con cuerpo

gelatinoso y por lo tanto con gran cantidad de agua. Por otra parte es muy probable que la abundancia mínima registrada durante el muestreo de marzo se deba a efectos de depredación, ya que cuando el plancton se acumula en áreas específicas, acude gran diversidad de organismos a alimentarse de él y a su vez de los planctófagos.

La biomasa, expresada en peso seco, se comportó de manera diferente, aunque también los valores más altos fueron los de febrero y los más bajos los de marzo; el zooplancton de la zona de la Zacatosa fué el de menor peso y el máximo valor se presentó en la zona del Nexpa (Tabla II).

Las diferencias en la composición taxonómica del zooplancton se reflejan en la biomasa expresada en peso húmedo de las tres estaciones que conforman el área de pesca, es decir, que los thaliáceos al ser organismos con gran cantidad de agua, conducen a que el peso húmedo alcance sus valores más altos en esas regiones; sin embargo, la biomasa en peso seco tuvo valores similares en las cuatro estaciones; resaltando la abundancia de los copépodos la cual fué similar en las cuatro áreas muestreadas, siendo que este grupo contiene poca agua en comparación con los thaliáceos.

Con la finalidad de conocer la forma en que los datos de abundancia de zooplancton en general y de thaliáceos en particular así como los de biomasa, están determinando gran parte de la variación del conjunto de datos, se procedió a realizar el análisis exploratorio de datos por medio del método denominado Diagrama de Caja y Bigotes Múltiple.

En la figura 4, en el primer diagrama, están representados los datos de la densidad zoopláctica en las cuatro zonas de muestreo, observándose que existen datos extraordinarios que

influyen y enmascaran la distribución de los demás datos. Sin embargo, en este caso específico no se pueden considerar como datos aberrantes debidos a un error de muestreo, porque los valores (correspondientes a febrero), se repiten en cada estación; además, durante la colecta, la red salió saturada de zooplancton por lo que hasta es muy posible que los datos de abundancia y biomasa estén subestimados. En la estación del Teolán, el grupo responsable de este valor fué el de los copépodos; en las estaciones restantes el grupo más abundante fué el de los thaliáceos.

La consecuencia de dicha diferencia en la estructura de la composición taxonómica se refleja inmediatamente en el segundo y tercer diagramas que aparecen en la figura 4, los cuales corresponden a la biomasa (peso húmedo y peso seco).

La influencia de cada uno de estos datos extraordinarios es muy clara y es posible observarla en el Diagrama de Caja Múltiple del peso húmedo. En el Teolán, el dato extremo no se aleja mucho de la caja, sin embargo, ésta se encuentra totalmente reducida, debido a que el grupo más abundante fué el de los copépodos y como el contenido de agua de éstos organismos es bajo, el dato no se dispara tanto como en las demás zonas en las que el grupo más abundante fué el de los thaliáceos, los cuales contienen gran cantidad de agua. Sin embargo, como se dijo anteriormente, las abundancias de los copépodos en febrero en las estaciones del Nexpa, Zacatosa y Salado fueron también altas, considerando los meses anteriores pero quedan enmascaradas por la gran concentración de los thaliáceos.

Este último punto es particularmente importante en las implicaciones que tiene la calidad de la biomasa ya que para los planctófagos resulta más "económico" alimentarse de

organismos con alto contenido protéico, como los copépodos, que comer grandes cantidades de otros integrantes del zooplancton cuyo valor alimenticio es muy bajo debido a su gran contenido de agua.

Es muy importante decir que estas características únicamente se pueden observar en el mes de febrero, en donde los valores de densidad y de biomasa rebasaron por mucho el valor de la mediana y además enmascaran la distribución de los datos en los ocho meses de muestreo restantes.

En el tercer Diagrama de Caja de la figura 4, que representa la distribución de los datos de peso seco de las cuatro zonas, también se observan, en todos los casos, algunos valores que salen mucho de las cajas de cada zona; sin embargo, estos datos presentan cantidades similares aunque influyen de igual manera para la observación de la distribución del conjunto de datos. Esta homogeneidad en la biomasa en peso seco en todas las estaciones de muestreo, demuestra lo anteriormente mencionado sobre la abundancia de los copépodos en las cuatro estaciones durante febrero; lo cuál resulta de particular importancia, ya que es el grupo taxonómico de mayor relevancia por su abundancia y frecuencia en el zooplancton y por ende en el proceso de transferencia de energía en la red trófica.

Con el propósito de visualizar más claramente la distribución de los datos de densidad y biomasa, se construyó otro grupo de Diagramas de Caja Múltiples, excluyendo los datos extraordinarios del mes de febrero para cada zona (Fig. 5).

En todos los casos se puede observar que los valores de la mediana son muy parecidos en las cuatro zonas de muestreo y, aunque las características de la distribución no son iguales, no se puede identificar alguna otra diferencia entre éstas. De

esta manera resulta que la biomasa, específicamente el peso húmedo y en especial en el mes de febrero, está marcando una gran diferencia entre la zona del Teolán y las restantes.

RELACION ENTRE LOS FACTORES BIOTICOS Y ABIOTICOS.

Durante los meses de muestreo se encontró que la variación de los parámetros fisicoquímicos fué la siguiente: la temperatura superficial del agua fué muy variable; su valor más alto se registró en el mes de junio, con 31 °C y el mínimo en abril con 21.5 °C; la transparencia también presentó un amplio rango de variación, con un valor máximo de 35 m, en el mes de enero, en las estaciones de la Zacatosa y el Salado y el mínimo, de 2 m, en junio en las estaciones de el Salado y el Nexpa. Es importante destacar la gran transparencia que se presentó durante el mes de enero, ya que será uno de los puntos de apoyo para la discusión global de los resultados y para las conclusiones. La salinidad presentó una variación similar en cada estación, entre 33.5‰ en enero y 38‰, durante varios meses de muestreo. La concentración del oxígeno disuelto fué muy variable; alcanzó su máximo valor en el mes de diciembre, con 6 ml/l en la estación del Nexpa y el mínimo en febrero con 2.5 ml/l en la Zacatosa (Tabla I).

En cuanto a los resultados del análisis de componentes principales, ninguno de los rasgos fisicoquímicos del agua explica la variación de los datos (Fig. 3). Tanto la temperatura del agua, la transparencia y el oxígeno disuelto se encuentran como puntos aislados y muy alejados de las componentes principales; sin embargo, esto no ocurre con la salinidad ya que los valores de ésta se encuentran muy cerca de la segunda componente (del lado del cuadrante negativo); lo mismo ocurre con la densidad de larvas, por lo cual podríamos

pensar que la salinidad está influyendo en la abundancia de larvas y que está marcando gran parte de su variación.

Por otra parte, existe un conjunto de datos muy cercanos a la segunda componente, representados por la densidad total del zooplancton, la densidad de los thaliáceos y la biomasa en peso seco y peso húmedo, indicando que gran parte de la variación de los datos está determinada por estos rasgos biológicos.

Hay algunas variables ambientales como la temperatura del agua registrada en abril, que podrían estar influyendo en las fluctuaciones del zooplancton; aspecto que se analiza en la discusión de los índices de correlación entre las variables correspondientes.

Para conocer la relación entre las variables hidrológicas con la biomasa total y densidad total y por grupo taxonómico, se construyeron matrices de correlación para cada una de las zonas de muestreo. Los valores de correlación que se consideraron significativos fueron aquellos cuyo nivel de significancia fué de 95% y son los que se discuten a continuación.

En la zona del Teolán únicamente se aprecia una relación directa entre el oxígeno disuelto y la abundancia de los protozoarios y otra inversa entre los protozoarios y la salinidad (Tabla IV).

Al respecto, es importante recordar que los arrastres se hicieron en la superficie y que el tamaño del poro de la red utilizada fué de 330 μm , por lo que los protozoarios capturados, radiolarios espumeláridos son considerados como los de mayor talla dentro de su grupo por presentar espinas

largas, las cuales impiden su salida a través de la red. Los radiolarios espumeláridos fueron abundantes durante diciembre y enero, meses en los que se registraron los valores más altos de oxígeno disuelto y los más bajos de salinidad. Sin embargo, la relación con la salinidad podría ser indirecta ya que algunos autores indican que en otras latitudes, la distribución de los espumelaridos está restringida a la superficie por efecto de la temperatura del agua. Tregouboff (1978) indica que los radiolarios espumelaridos son abundantes en la superficie desde los cero a los cinco metros de profundidad y que no descienden a profundidades de más de 100 m, en áreas donde la capa superficial alcanza los 20 °C. Probablemente la variación de la temperatura tiene efecto sobre las concentraciones de sales marinas y se refleja en la abundancia de radiolarios.

En cuanto a la relación positiva con el oxígeno, existe información sobre la relación simbiótica de los radiolarios con algunos organismos fotosintetizadores como las zooxantelas y zooclorelas. Laybourn-Parry (1992) indica que gran parte del carbono fijado en la zona eufótica se debe a la endosimbiosis de fotosintetizadores con los radiolarios.

Probablemente si se identificaran a las especies de radiolarios, se podría confirmar efectivamente, que la gran concentración de radiolarios en simbiosis con fotosintetizadores se asociarían a un incremento en la concentración de oxígeno. Asimismo, Pickard y Emery (1990) afirman que los cambios del oxígeno en el mar se dan por procesos biológicos, físicos y químicos y se debe recordar que siempre que se considere al oxígeno como una característica del agua, hay que hacerlo con precaución ya que es una variable no conservativa.

Existen otros casos de correlación alta, sin embargo, son valores de relaciones muy evidentes que corresponden únicamente a factores bióticos de densidad por grupo y de biomasa, como es el caso del peso húmedo con la abundancia de los thaliáceos y de la biomasa con la abundancia total del zooplancton, por dicho motivo no se incluyeron en la tabla de resultados (Tabla IV).

En la zona del Nexpa (estación 2) ocurre lo mismo que frente al Teolán con los protozoarios, es decir se presenta un valor alto de correlación entre los protozoarios, representados en su mayor parte por radiolarios, y el oxígeno disuelto; los radiolarios se presentaron en los meses de diciembre y enero cuando la cantidad de oxígeno disuelto en el agua es mayor; sin embargo, también en noviembre y mayo son abundantes y en estos meses las concentraciones de oxígeno no son elevadas lo cual podría estar confirmando la idea de que la relación entre los radiolarios y el oxígeno del agua es indirecta.

Por otro lado la abundancia de quetognatos presentó una correlación negativa con la temperatura del agua. Algunos autores como Grindley (1979) indican que la distribución de ciertas especies de quetognatos está claramente relacionada con la hidrología de las áreas donde se presentan; hay especies típicas de aguas frías, las cuales se mezclan con las de otras masas de agua de diferente temperatura. La mayor parte de la información sobre los quetognatos como indicadores ecológicos, está referida a ciertas especies; sin embargo, en este trabajo no se identificaron especies y no es posible profundizar más sobre el significado de la relación de los quetognatos con algunas variables hidroclimáticas (Tabla IV).

Para los datos de la Zacatosa o zona 3, se observan algunas correlaciones entre los factores abióticos y los bióticos,

como es el caso de la densidad total zoopláctica y la cantidad de oxígeno disuelto, indicando una relación inversa entre ambos en febrero; en este caso es muy probable que la concentración de oxígeno haya disminuído debido al gran consumo por parte del zooplancton que alcanza su mayor abundancia en este mes. En los meses de noviembre, diciembre y enero, la concentración de oxígeno fue alta y la densidad del zooplancton, baja; esto puede confirmar la relación inversa, aunque en este último caso se deba a que el requerimiento de oxígeno es menor ya que el zooplancton presenta su menor abundancia.

En lo que se refiere a la relación entre la densidad de los quetognatos y la temperatura, ocurre lo mismo que en la estación anterior; es muy probable que existan una o varias especies de quetognatos asociadas a masas de agua fría ya que la mayor abundancia se registra en abril cuando la temperatura del agua es más baja.

Por último, se tiene la relación inversa entre la densidad de los cladóceros y la salinidad, la cual refleja el nexo entre la mayor abundancia de los cladóceros en enero, marzo, abril y mayo con una salinidad de 1 a 3‰ menor que la máxima registrada de 38‰ en julio. Tregouboff (1978) reporta, para otras latitudes, que los cladóceros soportan grandes cambios en la salinidad (de 10 a 37‰). Por otro lado, Barnes (1977) y Tregouboff (*op. cit.*), indican que en los cladóceros es frecuente la reproducción por partenogénesis, los huevos producidos maduran en el interior de las hembras hasta que ciertos factores, como un cambio de temperatura del agua o la disminución del aporte alimenticio, como consecuencia del aumento de la población, provoca la aparición de los machos, por cambio de sexo, produciéndose la fecundación de los huevos. El proceso de partenogénesis puede ser estacional o

cíclico. Probablemente un cambio de temperatura ocasione la fecundación de los huevos y cause un incremento de la abundancia de los cladóceros (Tabla IV).

Por último, en la zona 4 o del Salado se presenta un valor de correlación inversa entre la densidad de larvas (de invertebrados y peces) y la salinidad, es decir, en los meses de noviembre, febrero y abril, la abundancia de larvas fué mayor y al mismo tiempo fueron los meses con menor salinidad; probablemente, algunos organismos desoven en condiciones de menor salinidad ya que es una condición requerida para el desarrollo exitoso de muchos huevos y larvas dados los procesos osmorregulatorios que llevan a cabo; también es importante señalar que en la composición de larvas, el grupo mas abundante fué el de los peces.

En esta misma estación, los radiolarios y la temperatura manifestaron una correlación inversa. Raymont (1983) menciona que los radiolarios son considerados como un grupo cosmopolita que se presenta con gran diversidad en aguas templadas y cálidas, pero que en aguas frías aparecen ciertas especies en grandes cantidades.

Asimismo, la densidad de las hidromedusas y la temperatura del agua presentaron una correlación inversa; resulta difícil interpretar esta relación porque no se identificaron especies; según Wimpeny (1966), en el grupo de los cnidarios, se presentan ciertas especies asociadas con bajas temperaturas y que indican afloramientos. Lo mismo ocurre en el caso de los sifonóforos que manifiestan una relación inversa con la temperatura y que fueron abundantes en febrero y abril cuando la temperatura fué menor. Por otro lado los quetognatos presentaron una relación positiva con el oxígeno disuelto; en este caso también es probable que se trate de una relación

indirecta; los quetognatos son organismos dependientes de los cambios de temperatura, estos cambios provocan alteraciones en la concentración de oxígeno, que se reflejan en la población de quetognatos. Asimismo, el oxígeno puede tener variaciones por otros procesos químicos y biológicos.

En otro orden de ideas, se cuenta con algunos datos meteorológicos y aunque, desgraciadamente sólo son cualitativos, podrían explicar en su conjunto algunos aspectos de las características hidrológicas; es el caso de los vientos, los cuales en el mes de enero, fueron moderados y provenientes del norte; mientras que en el mes de febrero fueron algo fuertes y con la misma dirección. Es muy probable que tanto la intensidad como la dirección de los vientos hayan sido un factor determinante para promover un movimiento de las masas de agua y producir el consecuente mezclado de la columna de agua. Como se señaló en capítulos anteriores, para los meses de agosto septiembre y octubre no fue posible realizar los muestreos debido a las características de intensidad y dirección del viento (Tabla V).

DISCUSION Y CONCLUSIONES.

Si reunimos algunas características importantes como son la máxima transparencia alcanzada en el mes de enero, la intensidad y dirección del viento durante enero y febrero, el brusco hundimiento cerca de la isobata de los 50m, frente a la estación del Salado y, que alcanza la profundidad de 324m, el máximo florecimiento del zooplancton alcanzado en febrero, la diferencia de la biomasa zoopláctica de la estación del Teolán con respecto a las demás estaciones, la diferencia en la composición taxonómica del zooplancton del Teolán y de las demás zonas en febrero, el alto valor porcentual que

alcanzaron las larvas en noviembre, únicamente en las estaciones situadas en el área de pesca y si además se manifiestan o se dan procesos hidrodinámicos que ocasionan fenómenos como el transporte de Ekman y la formación de frentes provocada por movimientos convergentes, que en diferentes escalas provocan hundimientos y afloramientos de masas de agua con distintas características físicas, químicas y biológicas, podríamos pensar que la diferencia entre la zona del Teolán y las demás zonas se debe muy probablemente a que en el área donde se encuentran las estaciones del Nexpa, Zacatosa y Salado, está ocurriendo la combinación de dos diferentes procesos de mezclado de las masas de agua, por un lado una surgencia y por otro la formación de un frente. Según Cushing (1975), antes de que se produzca un fenómeno de surgencia, el agua presenta, dentro de sus características físicas, una gran transparencia, condición que se dió en el mes de enero.

Basándose en los datos de transparencia y los de dirección e intensidad de los vientos, provenientes del norte durante enero y febrero, se puede llegar a pensar en un movimiento ascendente de masas de agua que causa un afloramiento de agua profunda hacia la superficie y en toda el área de estudio. Sin embargo, tomando en cuenta el aporte de agua continental por parte de los ríos Nexpa, Zacatosa y Salado, (especialmente el del Nexpa que es un río considerado de mayor caudal y cuya influencia se manifiesta varios meses posteriores a la época de lluvias), las consecuencias de estos mecanismos hidrodinámicos son diferentes de las que se dan en la zona del Teolán. Por otra parte, el hundimiento de 324 m frente a la costa podría estar actuando como reservorio de materiales inorgánicos y sedimentos de origen epicontinental y que son arrastrados junto con el desplazamiento de las masas de agua profundas, fertilizando las capas superiores y promoviendo la

producción biológica.

La manifestación de los movimientos de las masas de agua y del aporte de agua continental tiene diferentes consecuencias en la composición del zooplancton de las cuatro estaciones, la diferencia está marcada por la abundancia de larvas en noviembre y la de los thaliáceos en la zona del Nexpa, Zacatosa y Salado en febrero.

Es muy probable que la respuesta a esta diferencia en la composición zoopláctica, que hace que el área del Nexpa, Zacatosa y Salado sea una zona de captura de escama, sea que además de la surgencia también ocurra la formación de un frente, asociado a movimientos convergentes.

Owen (1981) menciona que algunos autores opinan que un frente atrae a gran diversidad de organismos a dicha zona en busca de alimento, así podría ocurrir en el área de pesca de la zona de estudio; los movimientos convergentes reúnen en primer lugar a organismos zooplácticos que son arrastrados por las corrientes convergentes pero que son capaces de resistirse al movimiento de hundimiento del agua, posteriormente llegan peces planctófagos como las sardinas y anchovetas, las cuales son capturadas por los pescadores para utilizarlas como carnada, estos peces pequeños son consumidos por una gran cantidad de peces mayores carnívoros como son los lutjánidos, algunos caránjidos y escómbridos, los cuales también son capturados por los pescadores en la zona. Por otra parte si el área representa un sitio de alimentación de muchos de los integrantes de la red trófica marina, también puede significar un lugar para la reproducción de muchas especies, razón por la cual en meses como noviembre hubo mayor cantidad de larvas con respecto a otros grupos zooplácticos.

Es importante mencionar que en dos ocasiones, posteriores al año de muestreo, personalmente observé que frente a las estaciones del Nexpa y Zacatosa se formaba una línea que dividía dos cuerpos de agua en los que se distinguía una diferencia de color; en esa línea se reunían una gran cantidad de sardinas pequeñas que eran devoradas por las gaviotas y los pelicanos; los pescadores le llaman "comedero" y comentaron que muy frecuentemente se formaban en esa zona, razón por la cual pescaban en estos sitios.

Aparentemente, durante el estudio primero ocurrió un afloramiento de masas de agua profundas en una escala que afecta a toda el área de estudio y que produjo primero un florecimiento de fitoplancton (desgraciadamente no se cuenta con dicha información) y consecuentemente otro florecimiento importante en el zooplancton y que además de esto también sucedieron mecanismos de convergencia de masas de agua, en el área del Nexpa Zacatosa y Salado, los cuales formaron un frente.

Así, podemos decir que una vez que la concentración de nutrientes alcanzó la capa eufótica, por un afloramiento de aguas profundas que afectó toda la zona de estudio, se promovió la producción primaria; a su vez, indujo la producción secundaria y entonces se produjeron los movimientos convergentes de superficie, únicamente en el área de pesca; así gran variedad de organismos del zooplancton y otros otros materiales biológicos que provienen del continente, quedaron acumulados en el frente. La acumulación de dichos materiales constituye una fuente importante de alimento por lo cual acuden al frente otra variedad de organismos mayores con cierta capacidad de desplazamiento como son: peces pequeños (planctófagos) y de mayor talla (carnívoros), aves y en ocasiones hasta mamíferos marinos. De esta manera, como

menciona Owen (1981), se crea una comunidad, que los pescadores aprovechan capturando especies con valor comercial.

Finalmente tenemos que la interpretación de las relaciones entre variables aisladas bióticas y abióticas nos limita mucho en la investigación de fenómenos cuya causa directa se debe a eventos que ocurren a una escala ambiental mayor.

La relación de variables fisicoquímicas con variables biológicas, nos proporciona información clara cuando es evidente; sin embargo, cuando la relación es no es muy clara, únicamente podemos especular. Definitivamente, en el caso de la zona de estudio, de la diferencia de las zonas de producción pesquera con la zona donde no hay pesca no se debe exclusivamente a las relaciones de variables fisicoquímicas del agua con la abundancia y distribución del zooplancton, sino a la conjunción de eventos a gran escala, causados por fenómenos meteorológicos que, aunados a la topografía del lugar, generan áreas con mayor producción biológica.

BIBLIOGRAFIA.

AGUIRRE, H. 1991. Ecología de peces de las comunidades de intermarea del litoral de Caleta de Campos, Michoacán, Méx. Tesis. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., 121p.

ALVAREZ, J. R. 1977. Enciclopedia de México. Vocablo de Michoacán, 389p.

ANONIMO, 1937. Reseñas Geológicas de los Estados y Territorios de la Republica Mexicana. Reseña del Estado de Michoacán. Inst. de Geología, UNAM, México.

ANONIMO, 1969. Recommended Procedures for Measuring The Productivity of plankton Standing Stock and Related Oceanic Properties. National Academy of Sciences. Washington, 47-59 p.

BARNES, D. R. 1977. Zoología de los invertebrados. Interamericana, S.A. México, 826p.

BOLTOVSKOY, D. (Ed). 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del I.N.I.D.E.P. Mar del Plata, 251p.

CARRANZA-EDWARDS, A. y E. AGUAYO-CAMARGO. 1991. Tectónica marina y sedimentología marina. En: Atlas Nacional de México, vol 2. Instituto de Geografía, UNAM, México.

CUSHING, D.H. 1975. Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University Press (Ed.), Cambridge, 278p.

DUNSON, W.A. y J. TRAVIS. 1991. The role of abiotic factors in community organization. *Am. Nat.* 138, (5): 1067-1091.

FLORES, M. 1992. Crecimiento y parámetros poblacionales del pargo coconaco *Holpopagrus guntheri*, Gill, 1862 (Pisces: Lutjanidae). Tesis. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México, 108p.

GARCIA, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. U.N.A.M., México, 246p.

GOSWAMI, S. C., J.S. SARUPRIA y R.M. BHARGAVA. 1992. Zooplankton standing stock assessment and fishery resources in the Indian seas. En: Desai. B. N. (Ed.) *Oceanography of the Indian Ocean*. Oxford & I.O.H. Publication Co Ltd.: 217-225.

GOMEZ-AGUIRRE, S. 1972. Fitoplancton del crucero Umitaka-Maru- 30 (15-22 dic. 1965), en las costas del Pacífico mexicano. *Rev. Soc. Mex de Hist. Nat.*, 23: 31-45.

GRINDLEY, J. R. 1979. Factors determining the productivity of South African coastal waters. En: Dunbar, M.J.(Ed). 1979. *Marine Production mechanism*. Cambridge University Press (Ed.), Cambridge, 89-132p.

LAYBOURN-PARRY, J. 1992. *Protozoan Plankton Ecology*. Chapman & Hall (Ed.), Londres, 231p.

MADRID, V. J. 1990. Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial en el estado de Michoacán. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México. 148p.

MANN, K.H. 1982. *Ecology and Coastal Waters*. Backwell Scientific Publications (Ed.), Oxford, 322p.

NAIR, R.V. 1977. Contribution of zooplankton to fishery potential of some environments. *J. Indian Fish. Ass.* 7: 1-7p.

----- 1980-1981. Zooplankton biomass along the West coast of India and its effect on the fishery. *J. Indian. Fish. Ass.* 10 y 11: 11-15.

OCAMPO, G. 1992. Edad y Crecimiento del pargo coyotillo *Lutjanus argentiventris* en la costa de Michoacán. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM., México. 320p.

OMORI, M. y T. IKEDA. 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. John Wiley & Sons (Ed.), Nueva York, 332p.

OWEN, R. W. 1981. Fronts in the Sea Mechanisms, Interactions and Biological Effects. En: Longhurst, A. R. (Ed.). *Analysis of Marine Ecosystems*, Academic Press (Ed.), Londres, 197-233p.

PICKARD, G. L. y W. L. EMERY. 1990. *Descriptive Physical Oceanography*. Pergamon Press (Ed.), Oxford, 320p.

PIELOU, E. C. 1984. *The Interpretation of Ecological Data*. Wiley-Interscience (Ed.), Nueva York, 424p.

RAYMONT, J. 1983. *Plankton and Productivity*. Zooplankton. Pergamon Press (Ed.), Oxford, 824p.

ROSE, M. 1933. *Faune de France*. Paul Lechevalier, Paris, 374p.

RUIZ, L. A. 1983. Contribución al conocimiento de los peces marinos de importancia comercial en Bahía Bufadero, Mochoacán, Méx. Tesis. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México, 137p.

RZEDOWSKI, J. 1981. *Vegetación en México*. Limusa (Ed.), México, 432p.

SALGADO, U. I. 1992. *Introducción al análisis exploratorio de datos biológicos*. Marc ediciones, U.N.A.M. México, 243p.

SIGNORET, M. y H. SANTOLLO. 1980. Aspectos ecológicos del plancton de la Bahía de la Paz, Baja California Sur. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.* U.N.A.M. 7(2):217-248.

TREUGOBOFF, G. y M. ROSE. 1978. *Manuel de planctonologie Méditerranéenne*. CNRS (Ed.), Tomos I y II, 587p.

TURCOTT, V. 1977. Zooplancton. En: *Informe final de las investigaciones sobre plancton y ciertos parámetros físico-químicos del ambiente marino de la región de Laguna Verde, Veracruz*. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M., México, 94-128p.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

WIMPENNY, R.S. 1966. *The Plankton of the Sea*. Ed Faber and Faber LTD, (Ed.), Londres, 426 p.

CARTAS Y MAPAS

Carta Geológica de la República Mexicana. UNAM, México. 1976.

Carta Náutica No. 500. Secretaría de Marina. 1980.

BIOLOGIAS DE CAMPO

ANONIMO. 1979. "Algunos aspectos ecológicos de la lapa *Patella (Ancistrodesmus) mexicana* Brod y Sow 1929 en Caleta de Campos, Mich."

ANONIMO. 1979-1980. "El plancton e hidrología en el área adyacente a Caleta de Campos, Mich".

ANONIMO. 1980-1981. "La productividad primaria en las aguas costeras de Caleta de Campos, Mich".

ANONIMO. 1981-1982. "La variación estacional plánctica en Caleta de Campos, Mich".

ILUSTRACIONES

T A B L A I

Datos hidrológicos de una porción del litoral de Michoacán
(1983-1984).

E L T E O L A N

Fecha	Temp. (°C)	Transp. (m)	Salin. (%)	Oxig. (ml·l)
Nov, 83	29.0	5.0	37.0	4.3
Dic, 83	27.0	14.0	35.0	5.3
Ene, 84	27.0	26.0	35.0	5.8
Feb, 84	26.0	12.0	38.0	4.1
Mar, 84	26.5	16.0	38.0	3.9
Abr, 84	23.0	10.0	38.0	4.4
May, 84	29.5	15.0	37.0	4.6
Jun, 84	31.0	3.5	36.0	3.7
Jul, 84	29.0	21.0	37.5	4.3

E L N E X P A

Nov, 83	29.0	4.0	36.0	4.5
Dic, 83	27.0	23.0	37.0	6.0
Ene, 84	27.0	34.0	34.0	5.7
Feb, 84	24.0	12.0	37.0	2.9
Mar, 84	28.0	15.0	38.0	4.3
Abr, 84	22.0	10.0	36.0	4.7
May, 84	29.0	12.0	38.0	4.4
Jun, 84	31.0	2.0	38.0	3.4
Jul, 84	29.0	20.0	38.0	4.5

Continuación Tabla I....

L A Z A C A T O S A

Fecha	Temp. (°C)	Trans. (m)	Salin. (%)	Oxig. (ml·l)
Nov, 83	29.0	5.5	36.0	4.5
Dic, 83	28.0	25.0	36.0	6.0
Ene, 84	27.0	35.0	33.5	5.9
Feb, 84	24.0	13.0	37.0	2.5
Mar, 84	26.0	16.0	38.0	4.5
Abr, 84	22.0	10.0	36.0	4.1
May, 84	29.0	12.0	35.0	4.3
Jun, 84	31.0	2.0	37.0	3.0
Jul, 84	29.5	18.0	38.0	4.6

E L S A L A D O

Nov, 83	30.0	6.0	36.0	4.1
Dic, 83	28.0	25.0	36.0	5.8
Ene, 84	27.0	35.0	34.0	5.7
Feb, 84	26.0	12.0	37.0	3.8
Mar, 84	28.0	13.0	37.0	4.1
Abr, 84	21.5	9.0	36.0	4.2
May, 84	29.0	13.0	37.0	4.2
Jun, 84	30.0	2.0	37.0	5.3
Jul, 84	29.5	17.0	37.5	4.8

T A B L A II

Abundancia y biomasa del zooplancton de una porción del litoral de Michoacán (1983-1984).

E L T E O L A N

Fecha	Dens.Tot. (No.org·10·m ³)	P.Húm. (g·10m ³)	P.seco (g·10m ³)
Nov, 83	303	0.4369	0.0425
Dic, 83	567	0.3644	0.0118
Ene, 84	993	0.3500	0.0373
Feb, 84	2275	1.4475	1.0373
Mar, 84	1158	0.0501	0.0057
Abr, 84	991	0.5146	0.0565
May, 84	639	0.0855	0.0116
Jun, 84	2126	0.4589	0.1024
Jul, 84	351	0.4379	0.0692

E L N E X P A

Nov, 83	657	0.1780	0.0201
Dic, 83	775	0.1290	0.0359
Ene, 84	1211	0.2358	0.0285
Feb, 84	5813	17.1400	1.3334
Mar, 84	965	0.0810	0.0087
Abr, 84	127	0.2908	0.0204
May, 84	536	0.0847	0.0107
Jun, 84	957	0.7124	0.1117
Jul, 84	391	1.1930	0.0649

Continuación Tabla II...

L A Z A C A T O S A

Fecha	Dens. Tot. (No. org·10m ³)	P. Húm. (g·10m ³)	P. seco (g·10m ³)
Nov, 83	598	0.3018	0.0322
Dic, 83	440	0.1579	0.0138
Ene, 84	777	0.3313	0.0421
Feb, 84	8284	19.6161	0.8149
Mar, 84	563	0.0988	0.0103
Abr, 84	1315	0.7032	0.0706
May, 84	1607	0.1217	0.0156
Jun, 84	1030	0.3336	0.0539
Jul, 84	467	0.4593	0.0714

E L S A L A D O

Nov, 83	514	0.5140	0.0476
Dic, 83	628	0.3495	0.0116
Ene, 84	915	0.3157	0.0407
Feb, 84	7585	16.8299	1.2231
Mar, 84	543	0.0638	0.0079
Abr, 84	2053	0.8124	0.1138
May, 84	858	0.2040	0.0214
Jun, 84	1281	0.2264	0.0347
Jul, 84	334	0.4617	0.0835

T A B L A III

Abundancia de cada grupo taxonómico y de larvas (No. de organismos·10m² y valor porcentual) en una porción del litoral de Michoacán (1983-1984).

E L T E D L A N

GRUPO	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Protozoarios %	0	13 2.3	32 3.2	0	0	0	0	0	0
Hidromedusas %	0	0	0	0	0	0	0	2 0.1	78 22.2
Sifonóforos %	5 1.6	44 7.8	6 0.6	46 2.0	10 0.8	0	0	24 1.1	6 1.7
Quetognatos %	2 0.6	3 0.5	32 3.2	44 1.9	16 1.4	18 1.8	20 1.8	5 0.2	8 2.3
Tecosomados %	0	0	0	0	18 1.5	0	0	1379 64.9	0
Cladoceros %	2 0.6	0	30 3.0	0	39 3.4	76 7.6	33 3.3	5 0.2	0
Copépodos %	232 76.6	459 80.9	843 84.9	1810 79.6	202 17.4	811 81.8	511 51.6	563 26.5	234 66.7
Ostrácodos %	8 2.6	0	0	0	0	0	0	0	0
Apendicularias %	5 1.6	10 1.8	36 3.6	60 2.6	20 1.7	41 4.1	42 4.2	0	19 5.4
Thaliáceos %	0	3 0.5	0	182 8.0	29 2.5	0	0	0	0
Larvas %	49 16.2	35 6.2	14 1.4	133 5.8	824 71.1	45 4.5	33 3.3	148 7.0	6 1.7

Continuación tabla III...

GRUPO	E L N E X P A									
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	
Protozoarios	10	33	43	0	0	0	32	0	0	
%	1.5	4.2	3.5				6.0			
Hidromedusas	0	0	0	0	0	0	0	32	96	
%								3.3	24.5	
Sifonoforos	3	8	24	86	80	0	15	0	8	
%	0.4	1.0	2.0	1.5	8.3		2.8		2.0	
Quetognatos	0	30	17	41	40	78	10	8	34	
%		3.9	1.4	0.7	4.1	61.4	1.9	0.8	8.7	
Tecosomados	0	0	0	0	0	0	0	42	0	
%								4.4		
Cladoceros	3	8	47	0	154	0	38	0	0	
%	0.4	1.0	3.9		15.9		7.1			
Copépodos	264	547	929	753	503	0	348	639	212	
%	40.2	70.6	76.7	12.9	52.1		64.9	66.8	54.2	
Ostrácodos	5	0	0	0	0	0	0	135	0	
%	0.8							14.1		
Apendicularias	20	25	83	20	154	0	93	0	14	
%	3.2	3.2	6.8	0.3	15.9		17.3		3.6	
Thaliáceos	0	0	0	4851	0	0	0	0	0	
%				83.4						
Larvas	352	124	68	62	34	49	0	101	27	
%	53.6	16.0	5.6	1.1	3.5	38.6		10.5	6.9	

Continuación Tabla III.....

L A Z A C A T O S A

GRUPO	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Protozoarios	60	3	32	0	12	65	10	0	0
%	10.2	0.7	4.1		2.1	4.9	0.6		
Hidromedusas	0	22	0	0	5	0	0	6	3
%		5.0			0.9			0.6	0.6
Sifonóforos	18	5	10	38	0	15	14	0	7
%	3.0	1.1	1.3	0.4		1.1	0.9		1.5
Quetognatos	17	30	13	82	47	108	19	14	12
%	2.8	6.8	1.7	1.0	8.3	8.2	1.2	1.3	2.6
Tecosomados	0	0	0	0	7	0	0	15	0
%					1.2			1.4	
Cladoceros	0	10	42	0	0	46	68	23	0
%		2.3	5.4			3.5	4.2	2.2	
Copépodos	236	248	639	1723	285	923	1222	641	277
%	39.5	56.4	82.2	20.1	50.5	70.2	76.0	62.2	59.3
Ostrácodos	5	8	0	0	68	0	0	234	0
%	0.8	1.8			12.0			22.7	
Apenticularias	12	12	8	256	97	0	150	0	16
%	2.0	2.7	1.0	3.1	17.2		9.3		3.4
Thaliaceos	0	0	0	6078	0	0	0	0	0
%				73.4					
Larvas	250	102	33	107	42	158	124	97	30
%	41.8	23.2	4.2	1.3	7.4	12.0	7.7	9.4	6.4

Continuación tabla III.....

E L S A L A D O

GRUPO	N	D	E	F	M	A	M	J	J
Protozoarios	22	2	0	0	0	83	7	0	16
%	4.3	0.3				4.0	0.8		4.7
Hidromedusas	0	21	0	0	0	53	0	0	0
%		3.3				2.6			
Sifonóforos	0	3	15	56	24	31	0	0	4
%		0.4	1.6	0.7	4.4	1.5			1.2
Quetognatos	87	27	5	54	59	25	22	14	10
%	16.9	4.3	0.5	0.7	10.9	1.2	2.6	1.1	3.0
Tecosomados	0	0	0	0	2	17	0	13	0
%					0.4	0.8		1.0	
Cladoceros	0	9	54	0	89	12	30	5	0
%		1.4	5.9		16.4	0.6	3.5	0.4	
Copépodos	181	478	672	1220	260	1600	764	1087	257
%	35.2	76.1	73.4	16.1	47.9	77.9	88.0	84.8	76.9
Ostrácodos	0	7	0	0	0	0	0	57	10
%		1.1						4.4	3.0
Apendicularias	2	11	72	172	78	11	6	10	12
%	0.4	1.7	7.9	2.3	14.4	0.5	0.7	0.8	3.6
Thaliaceos	0	0	0	5966	0	0	0	0	0
%				78.6					
Larvas	222	70	97	117	31	221	29	95	25
%	43.1	11.1	10.6	1.5	5.7	10.8	3.4	7.4	7.5

T A B L A IV

Valores de correlación de los parámetros fisicoquímicos (temperatura del agua, transparencia, salinidad y oxígeno disuelto), con los datos obtenidos de la biomasa (peso húmedo y peso seco) y densidad total, por grupo taxonómico y de larvas.

E L T E O L A N

	Temp.	Trans.	Salin.	Oxig.
P. húmedo	-.27	-.20	.26	-.18
P. seco	-.22	-.12	.35	-.25
D. total	-.05	-.31	.13	-.42
D. protozoarios	-.12	.64	-.76**	.89**
D. hidromedusas	.24	.37	.20	-.12
D. sifonóforos	-.03	-.19	-.23	-.01
D. quetognatos	-.43	.39	.23	.17
D. tecosomados	.54	-.53	-.25	-.44
D. cladóceros	-.64	.11	.31	.06
D. copépodos	-.40	.00	.14	.04
D. ostrácodos	.23	-.45	.05	-.11
D. apendicularias	-.56	.36	.39	.16
D. thaliáceos	-.28	-.06	.41	-.26
D. larvas	-.13	-.01	.38	-.44

Continuación tabla IV....

	E L N E X P A			
	Temo.	Trans.	Salin.	Oxig.
P. húmedo	-.43	-.10	.01	-.63
P. seco	-.41	-.12	.01	-.64
D. total	-.36	-.03	-.05	-.58
D. protozoarios	.11	.65	-.35	.72*
D. hidromedusas	.38	.04	.33	-.13
D. sifonóforos	-.27	.11	.11	-.42
D. quetognatos	-.83**	.09	-.09	.00
D. tecosomados	.49	-.48	.25	-.42
D. cladóceros	.13	.22	.14	.09
D. copépodos	.16	.43	-.29	-.03
D. ostrácodos	.50	-.50	.24	-.42
D. apendicularias	.18	.34	.13	.17
D. thaliáceos	-.45	-.10	.00	-.61
D. larvas	.19	-.36	-.36	.08

Continuación tabla IV.....

L A Z A C A T O S A

	Temp.	Trans.	Salin.	Oxig.
P. húmedo	-.44	-.14	.19	-.62
P. seco	-.44	-.15	.20	-.64
D. total	-.45	-.19	.13	-.66*
D. protozoarios	-.40	-.26	-.39	.18
D. hidromedusas	.24	.33	.15	.44
D. sifonóforos	-.49	-.28	-.12	-.46
D. ctenóforos	-.75**	.45	-.50	.13
D. tecosomados	.41	-.18	.38	-.41
D. cladóceros	-.17	.15	-.72*	.23
D. copépodos	-.44	-.20	-.18	-.62
D. ostrácodos	.46	-.18	.31	-.42
D. apendicularias	-.31	-.21	.15	-.54
D. thaliaceos	-.43	-.14	.19	-.61
D. larvas	-.05	-.59	-.13	-.20

Continuación tabla IV.....

E L S A L A D O

	Temp.	Trans.	Salin.	Oxig.
P. húmedo	-.26	-.10	.17	-.16
P. seco	-.20	-.24	.23	-.19
D. total	-.40	-.16	.22	-.23
D. protozoarios	-.73*	-.28	-.12	.08
D. hidromedusas	-.82**	-.06	.09	-.17
D. sifonóforos	-.67	-.01	.25	-.34
D. quetognatos	.10	-.36	-.65	.70*
D. tecosomados	-.52	-.50	.20	-.21
D. cladóceros	-.04	.35	.17	-.28
D. copépodos	-.72	-.26	.36	-.44
D. ostrácodos	.38	-.42	.24	-.13
D. apendicularias	-.26	.17	.23	-.30
D. thaliáceos	-.23	-.10	.18	-.17
D. larvas	-.47	-.33	-.66*	.59

* Significativo

** Muy Significativo

T A B L A V

Datos consultados en el Servicio Meteorológico Nacional, sobre la dirección e intensidad del viento y visibilidad en cada uno de los días de muestreo registrados en la Estación Meteorológica de la Ciudad de Lázaro Cárdenas. Mich.

Fecha	Vientos	Visibilidad
24. Nov.	N //	12.0 0
22. Dic.	ND /	12.0 0
24. Ene.	N //	9.0 0
25. Feb.	N ///	11.0 0
29. Mar.	NE /	10.0 0
25. Abr.	N //	11.0 0
27. May.	N //	10.5 0
28. Jun.	ND /	10.0 0
26. Jul.	NE //	8.5 0
29. Ago.	NE ///	12.0 0
23. Sep.	SE //	3.5 0
29. Oct.	SE //	10.0 0

viento debil	/	cielo desoejado	0
viento moderado	//	cielo medio nublado	◐
viento algo fuerte	///	cielo nublado	●

Mes	Días con lluvia	Días desoejados	Días nublados
Ago	17	18	13
Sep	22	28	2
Oct	3	17	14

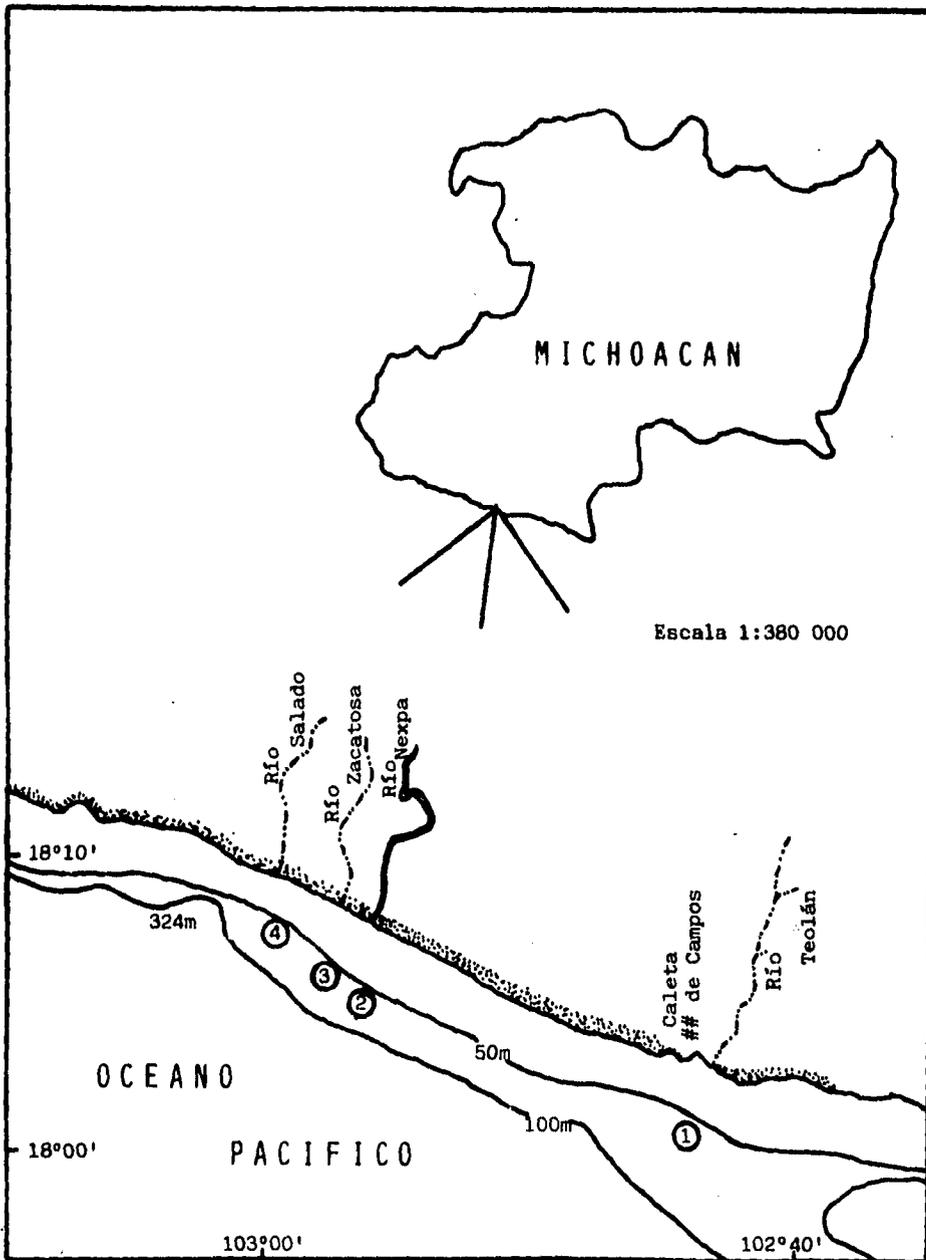


Figura 1.- Area de estudio y localización de estaciones de muestreo.

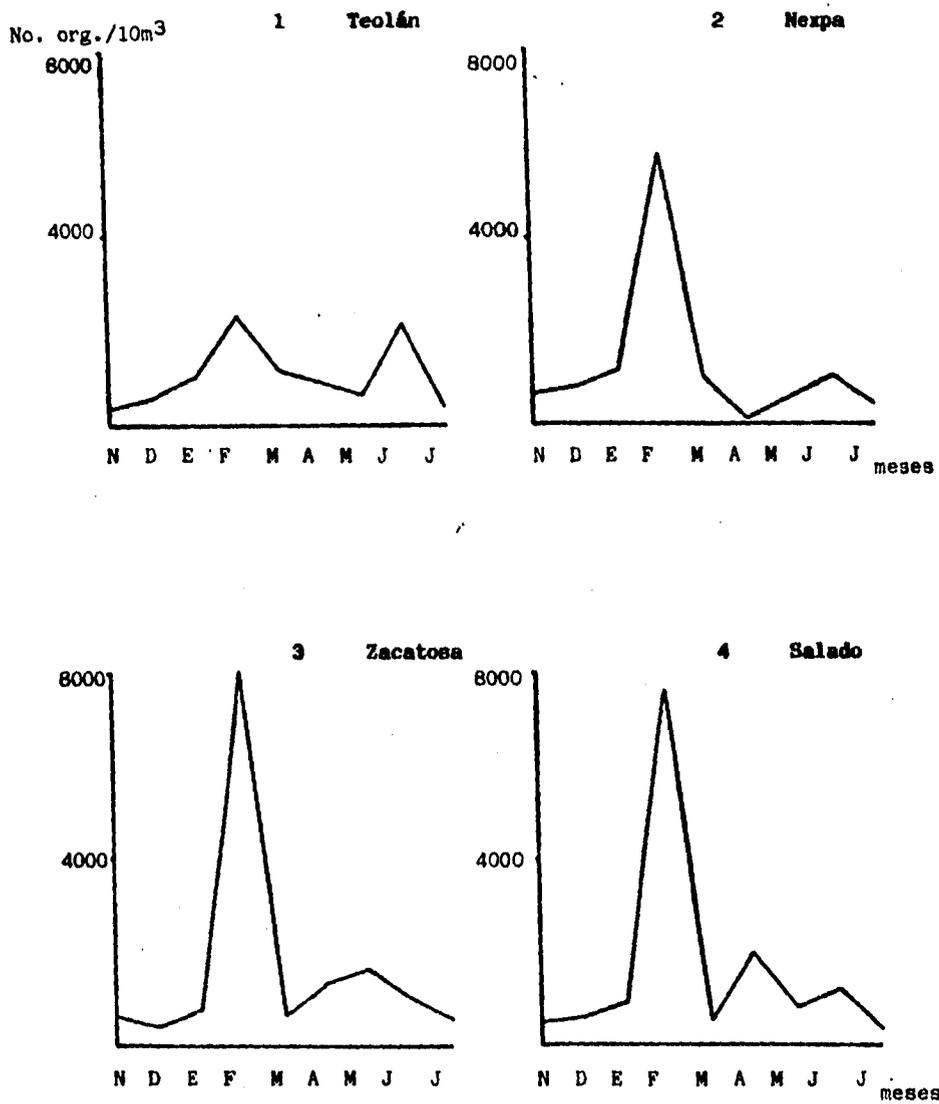
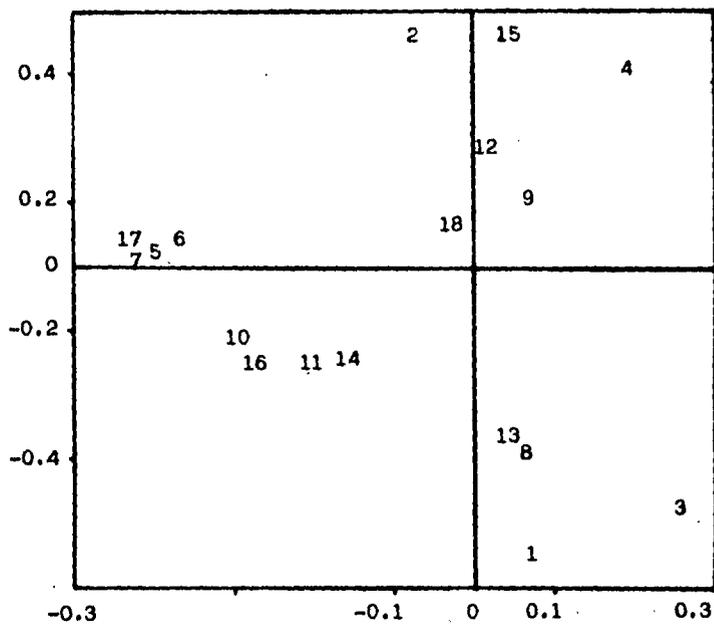


Figura 2.- Densidad zoopláctica en una porción del litoral de Michoacán (1983-1984).



- 1 Transparencia
- 2 Salinidad
- 3 Oxígeno
- 4 Temperatura
- 5 Peso húmedo
- 6 Peso seco
- 7 Densidad zooplánctica
- 8 D. protozoarios
- 9 D. hidromedusas
- 10 D. sifonóforos
- 11 D. quetognatos
- 12 D. tecosomados
- 13 D. cladóceros
- 14 D. copépodos
- 15 D. ostrácodos
- 16 D. apendicularias
- 17 D. thaliáceos
- 18 D. larvas

Figura 3.- Gráfica de componentes principales con las variables abióticas y del zooplancton.

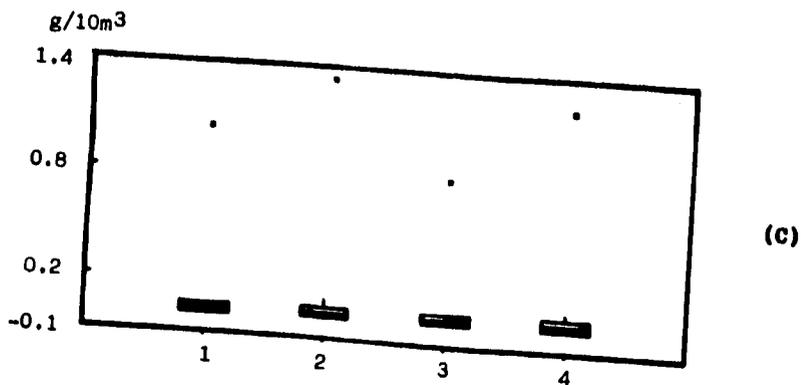
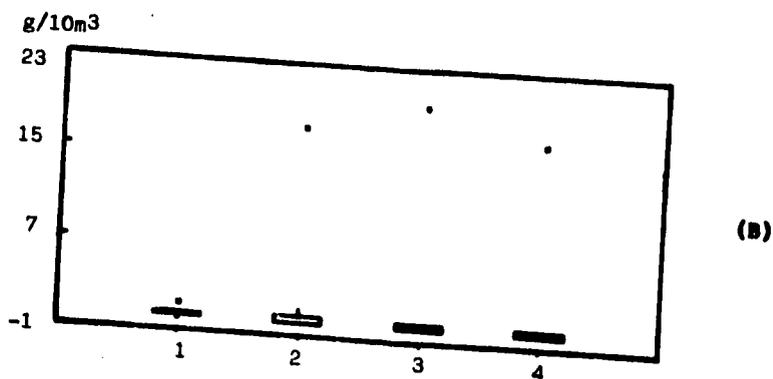
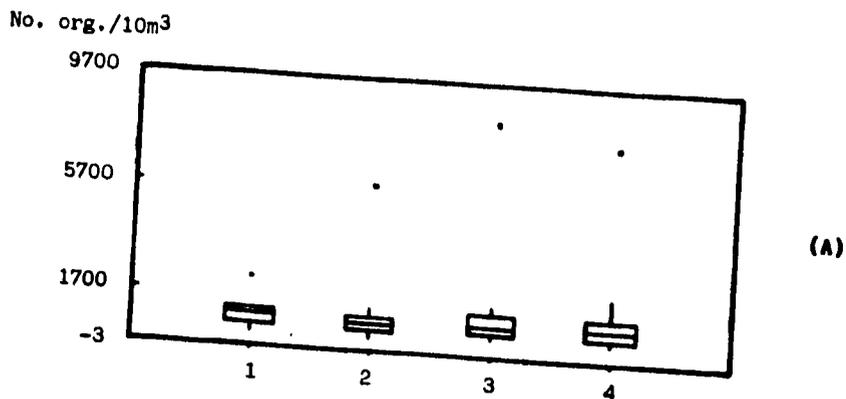
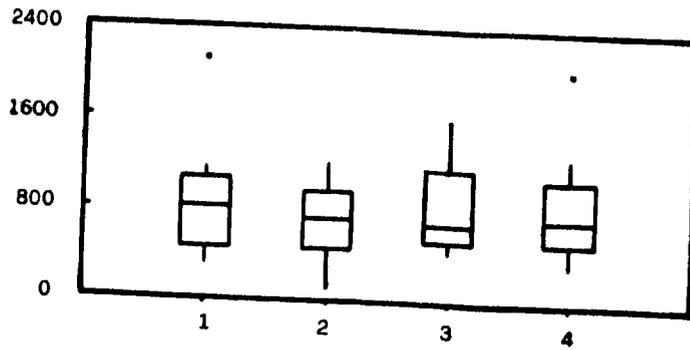


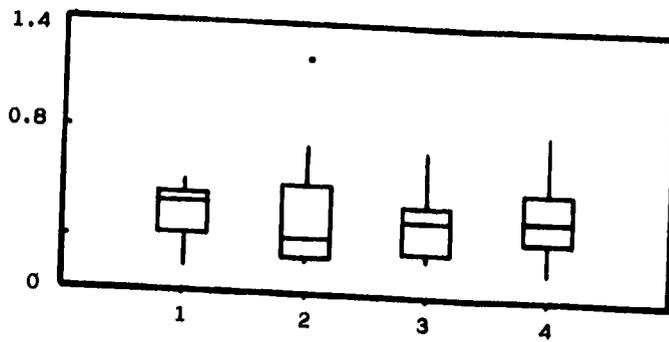
Figura 4.- Diagramas de caja múltiples de la variación de la densidad total zoopláctica (A), el peso húmedo (B) y el peso seco (C) en las cuatro estaciones de muestreo.

No. org./10m³



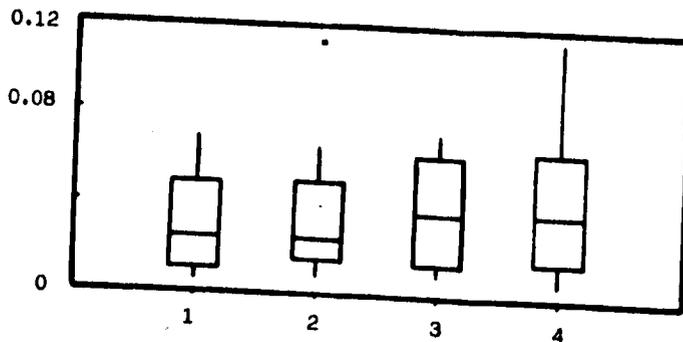
(A)

g/10m³



(B)

g/10m³



(C)

Figura 5.- Diagramas de caja múltiples de la variación de la densidad zoopláctica (A), el peso húmedo (B) y el peso seco (C), excluyendo en las cuatro estaciones de muestreo los datos del mes de febrero.